

<https://helda.helsinki.fi>

Didaktinen kolmio luonnontieteen opetuksen tutkimuksen arvioinnissa

Kaasinen, Arja

Suomen ainedidaktinen tutkimusseura

2019-12-30

Kaasinen , A , Lampiselkä , J , Kinnunen , P & Malmi , L 2019 , Didaktinen kolmio luonnontieteen opetuksen tutkimuksen arvioinnissa . julkaisussa M Kallio , H Krzywacki & S Poulter (toim) , Arvot ja arviointi . Suomen ainedidaktisen seuran julkaisuja, Ainedidaktisia tutkimuksia , Nro 16 , Suomen ainedidaktinen tutkimusseura , Helsinki , Sivut 11-27 . < <http://hdl.handle.net/10138/308813> >

<http://hdl.handle.net/10138/315280>

publishedVersion

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.

Please cite the original version.

Didaktinen kolmio luonnontieteen opetuksen tutkimuksen arvioinnissa

ARJA KAASINEN, JARKKO LAMPISSELKÄ,
PÄIVI KINNUNEN, LAURI MALMI

arja.kaasinen@helsinki.fi,
Helsingin yliopisto, Kasvatustieteiden osasto

Tiivistelmä

*Luonnontieteen opetuksen ja koulutuksen tutkimuksen laaja-alainen kartoitus ja arviointi vaikuttavat paitsi yksittäiseen tutkijaan, myös yhteiskunnalliseen ja kansainväliseen tutkimustyöhön. Arviointi antaa käsityksen, mitä tutkimustee-
moja pidetään keskeisinä ja toisaalta, mitä teemoja ei tutkita. Tässä artikkelissa kuvataan luonnontieteen opetuksen tutkimuksen kartoituksen ja arvioinnin tar-
vetta ja tätä arviointia varten kehitettyä DFC-menetelmää (Didactic Focus based
Categorization Method). Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää DFC-menetel-
män käyttökelpoisuutta. Artikkelissa esitetään myös esimerkkejä menetelmän
käytöstä. Menetelmää on sovellettu luonnontieteen, tietotekniikan ja insinöö-
rikoulutuksen tutkimuksen analysoinnissa. Menetelmä soveltuu erityisen hyvin
työkaluksi silloin, kun tarkastellaan formaaleja koulutusympäristöjä koskevia
tutkimuksia.*

Avainsanat

*Tutkimuksen arviointi, didaktinen kolmio, DFC-menetelmä, luonnontieteen
didaktiikka*

Assessing science education research by using the didactic triangle

Abstract

Extensive mapping and assessment of science education and science education research affects not only individual researchers, but also societal and international research. Evaluation provides an idea of which research topics are considered to be essential and those that are seldom addressed or are not addressed at all. In this article we discuss the need for mapping and evaluating science education research and the Didactic Focus-based Categorization Method (DFC method) developed for this assessment. The study examines the usability of the DFC method and the article provides examples of how to apply the method. The method has been applied in the analysis of science, computer science and engineering studies. The method has proved to be especially useful for mapping research on formal education contexts.

Keywords

Research Assessment, Didactic Triangle, DFC-method, Science Education Research

Johdanto

Yksittäisen tutkijan on vaikeaa hahmottaa luonnontieteen opetuksen tutkimuskenttää, joka on laaja ja moninainen. Osallistuminen tutkimukseen monella eri osa-alueella tai edes alan kansainvälisen kirjallisuuden systemaattinen seuraaminen ei ole yksittäiselle tutkijalle yleensä mahdollistakaan, vaan jokainen tutkija joutuukin erikoistumaan vain yhdelle tai muutamalle kapealle alueelle, jotta voisi saavuttaa niillä tarpeeksi syvällisen asiantuntemuksen. Sen sijaan kansallinen tai kansainvälinen tutkimusyhteisö voi kattaa hyvinkin laajan alueen. Mielenkiintoinen kysymys on kuitenkin se, että tunnistetaanko mahdollisia tutkimuksen katvealueita riittävän hyvin.

Tutkimuksen aukkojen tunnistamisesta on hyötyä paitsi yksittäiselle tutkijalle, joka etsii lupaavia aiheita uusia tutkimussuunnitelmia varten, myös tutkimusrahoituksesta päättävälle. Konkreettinen aineistopohjainen tieto siitä, miten laajasti tutkimuksen eri osa-alueita on katettu, voi auttaa arvottamaan osa-alueita keskenään ja tukea päätöksentekoa tutkimusresurssien suuntaamisesta tulevaisuudessa. Siten sekä tutkija, joka etsii lupaavia uusia tutkimusaiheita, että tutkimusrahoituksesta päättävät, hyötyvät tutkimuksen kartoittamisesta. Tällaista tietoa saadaan kerättyä erilaisista katsausartikkeleista. Kuten myöhemmin tuodaan esille, nämä kartoittavat tutkimukset on kuitenkin tehty aineistolähtöisesti, jolloin ne kuvaavat hyvin jo tutkittuja aloja, mutta menetelmän rajoituksen vuoksi niiden avulla on vaikeaa tunnistaa hyvin vähän tai suorastaan ei-lainkaan tutkittuja alueita.

Tässä artikkelissa esitämme didaktiseen kolmioon pohjautuvan teorialähtöisen kirjallisuusanalyysi- ja luokittelumenetelmän. Tämän etuna on, että sen avulla voidaan tunnistaa tutkimuksen katvealueita aiempaa paremmin ja aineistosta voidaan suoraan muodostaa tutkimuskysymyksiä ja määritellä tutkimuksen osa-alueita, joita voisi olla olemassa. Menetelmää on sovellettu luonnontieteen koulutuksen tutkimuksen analysoinnissa (Kinnunen, Lampiselkä, Malmi ja Meisalo 2013, 2014; Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo ja Malmi 2016), tietotekniikan koulutuksen (Kinnunen 2009; Kinnunen, Meisalo ja Malmi 2010) ja insinöörinkoulutuksen tutkimuksen analysoinnissa (Kinnunen ja Malmi 2013), ja se on osoittautunut käyttökelpoiseksi. Sen avulla on onnistuttu tuomaan esille vähän tai ei-lainkaan tutkittuja alueita. Tutkimuksen tavoite voidaan tiivistää seuraavaan kysymykseen: *Voidaanko didaktisen kolmion eri suhteiden pohjalte rakentaa käyttökelpoinen analyysimenetelmä, jolla voidaan tunnistaa tutkimuksen katvealueita?*

Rajaudumme tässä paperissa luonnontieteen koulutuksen tutkimukseen (science education research). Kuvaamme paperissa DFC-menetelmän (Didactic Focus

based Categorization method) taustaa, toteutustapaa sekä kokemuksia sen soveltamisesta usealla eri tieteenalalla. Lopuksi pohditaan tulosten käyttökelpoisuutta ja sovellusalueita.

Luonnontieteen opetuksen tutkimuksen kartoituksia

Luonnontieteiden opetuksen tutkimuksessa on tehty monia alan julkaisuja laajasti kartoittavia tutkimuksia, joiden tavoitteena on ollut hahmottaa kokonaiskuvaa koko tutkimuskentästä. Näiden lisäksi on tehty suuri määrä katsausartikkeleita jonkin kapean teema-alueen tutkimuksesta. Keskityimme tässä kuitenkin vain alan kansainvälistä kokonaiskuvaa kartoittaviin tutkimuksiin ja erityisesti niissä kerättyihin aineistoihin ja analyysin kohteisiin. Tämän paperin tavoitteena ei ole vertailla saatuja yksityiskohtaisia tuloksia uuden menetelmän antamiin tuloksiin, vaan keskityimme tarkastelemaan lähinnä menetelmän tarjoamia mahdollisuuksia.

Muissa aiemmin tehdyissä tutkimuksissa kartoituksen kohteena on ollut ensinnäkin se, mikä on ollut tutkimuksen pääteema eli tutkimuksen aihe. Tsai ja Wen (2005), Lee, Wu ja Tsai (2009) ja Lin, Lin ja Tsai (2014) analysoivat yhteensä 2661 artikkelia, jotka oli julkaistu kolmessa keskeisessä alan lehdessä *International Journal of Science Education (IJSE)*, *Science Education (SE)* ja *Journal of Research in Science Teaching (JRST)* vuosina 1998-2012. Tätä varten he kehittivät seuraavanlaisen tutkimusaiheluettelon: 1. Opettajakoulutus, 2. Opetus (esim. opettajien käsitykset, pedagoginen sisältötieto, johtajuus, opettajien toiminta ja strategiat), 3. Oppimisen käsitykset - opiskelijoiden käsitykset ja käsitteellinen muutos, 4. Oppimisen kontekstit - luokkahuonekontekstit ja opiskelijoiden karakterisointi, esim. opiskelijoiden motivaatio ja taustatekijät, oppimis- ja laboratorioympäristöt, oppimisen lähestymistavat, vuorovaikutus opettaja-opiskelija sekä opiskelija-opiskelija -suhteissa, opiskelutaidot, 5. Koulutuksen tavoitteet ja käytänteet, opetussuunnitelma ja arviointi, 6. Kulttuuriin, sosiaalisuuteen ja sukupuoleen liittyvät kysymykset, 7. Historia, filosofia, epistemologia ja tieteen luonne, 8. Opetusteknologia ja 9. Informaali oppiminen. Tutkimuksissaan he vertailivat eroja eri julkaisufoorumien välillä sekä tapahtunutta kehitystä 15 vuoden aikana ja havaitsivat, että laajimmin tutkittuja teema-alueita olivat alueet 2. opetus, 3. oppimisen käsitykset ja 4. oppimisen kontekstit ja eniten kasvaneita tutkimusteemoja olivat 2 ja 4.

Samaa kategorisointia on myöhemmin käytetty useasti uudelleen. Tsai, Wu, Lin ja Liang (2011) analysoivat samoja lehtiä sekä *Research in Science Education* -lehden (RISE) artikkeleita vuosilta 2000-2009 rajautuen tällä kertaa 228

artikkeliin, joissa empiirinen aineisto oli kerätty aasialaisilta opiskelijoilta, mukaan lukien Turkki. Samat teema-alueet olivat yleisimpiä myös tässä aineistossa.

Saman tuloksen ovat saaneet toistettua myös muut tutkijat. Teo, Goh ja Yeo (2014) analysoivat 650 kemian koulutuksen tutkimukseen liittyviä julkaisua vuosina 2004-2013 kahdessa alan lehdessä Chemistry Education Research and Practice ja Journal of Chemical Education sekä IJSE-, SE-, JRST- ja RISE-lehdissä. Jälleen kolme yleisintä teemaa olivat samat kuin edellä, mutta kasvua näkyi teemoissa Oppimisen käsitykset ja Opetus. Cavas (2015) analysoi 126 Science Education International -lehdessä vuosina 2011-2015 ilmestynyttä julkaisua käyttäen samaa teemaluokittelua ja jälleen samat kolme teemaa olivat eniten esillä.

Muita tapoja luokitella tutkimusteemoja ovat esittäneet esimerkiksi Gul ja Soz-bilir (2016), jotka analysoivat 1376 biologian opetuksen tutkimukseen liittyvä julkaisua vuosina 1997-2014 kahdeksassa lehdessä: Journal of Biology Education, Journal of Science Education and Technology, Research in Science & Technological Education ja Studies in Science Education, sekä edellä mainitut IJSE, SE, JRST ja SE. Heidän luokittelussaan yleisimmät teemat olivat ”oppiminen” (oppimistulokset, oppimistyyli ja virhekäsitykset), ”opetus” (opetuksen vaikutukset, asenteet, tieteellisen tutkimuksen taidot ja menetelmien vertailu) sekä ”asenteisiin, käsityksiin ja minä-pystyvyyteen” liittyvät tutkimukset. Muita merkittävämpiä teemoja olivat ”tietokoneavusteinen opetus”, ”oppimateriaaleihin liittyvä tutkimus” sekä ”luonnontieteen luonne”.

Edellä olevissa tutkimuksissa kategorisointi oli tehty manuaalisesti. Chang, Chang ja Tseng (2010) käyttivät puolestaan skientometrisiä menetelmiä analysoidessaan 3039 artikkelia IJSE, SE, JRST ja SE -lehdissä vuosina 1990-2007. Automaattinen klusterointi useassa eri vaiheessa tuotti tuloksen, jossa suurimmat klusterit olivat nimiltään ”käsitteellinen muutos ja käsitekartat”, ”luonnontieteen luonne ja sosiotieteelliset kysymykset”, ”ammattillinen kehitys” sekä ”käsitteellinen muutos ja analogia”

Muita kartoituksen kohteita ovat olleet kirjoittajien taustat (Tsai ym. 2005; Lee ym. 2009; Tsai ym. 2011; Lin ym. 2014; Cavas 2015) tai julkaisuaktiivisuus (Teo ym. 2014). Lisäksi on selvitetty tutkimuksen luonnetta eli onko kyseessä empiirinen tutkimus, teoreettinen tutkimus, katsausartikkeli, kantaa ottava artikkeli tai jokin muu aihe (Tsai ym. 2005; Lee ym. 2009; Lin ym. 2014) ja selvitetty käytettyjä tutkimusmenetelmiä (Gul ym. 2016; Teo ym. 2014). Kartoituksessa on tarkasteltu myös sitä, minkälaisista populaatioista ja mistä maasta empiirinen data on kerätty (Gul ym. 2016; Tsai ym. 2011; Teo ym. 2014).

Kaikille edellä mainituille kartoituksille oli yhteistä se, että niissä käytetty lähestymistapa oli aineistolähtöinen luokittelu, joka tehtiin joko manuaalisesti tai skientometrisiä menetelmiä käyttäen. Tämän lähestymistavan rajoite on se, että tulokset voivat kuvata vain niitä asioita, joita aineistossa on, mutta eivät sitä, mitä aineistossa voisi olla. Lisäksi pienet kategoriat helposti yhdistetään suurempiin tai kootaan ryhmään ”muut” eli suurpiirteinen luokittelu ei kuvaa yksityiskohdista sisältöä tai vaihtelua.

Didaktinen kolmio DFC-menetelmän pohjana

Tarkastelemme tässä artikkelissa DFC-menetelmää, joka perustuu kasvatustieteen tutkimuksen didaktiseen kolmioon. Didaktinen kolmio on opetuksen perusosien havainnollistamisessa käytetty malli. Siinä kuvataan kolme opetuksen vuorovaikuttavaa osaa ja niiden välistä suhdetta. Nämä kolme osa-aluetta ovat sisältö, oppilas ja opettaja. Didaktisen kolmion periaatteet esitteli jo 1800-luvun alkupuolella J.F. Herbart (esim. Peterssen 1989). Mallia on kehitetty ja sovellettu monella tavalla. Kansanen ja Meri (1999) ja Kansanen (2003) lisäsivät kolmioon kohdan, joka kuvaa opettajan pedagogisia toimia. Toom (2006) puolestaan käytti Kansanen ja Meren (1999) ja Kansanen (2003) kehittämää kolmiota pohjana kehittäessään opettajan hiljaiseen tietämykseen pohjautuvan mallin. Bergmanin mukaan (2006) oppimiseen vaikuttaa sisällön, oppilaan ja opettajan lisäksi yhteisö, joten hän lisäsi kolmioon neljännen ulottuvuuden, yhteisön.

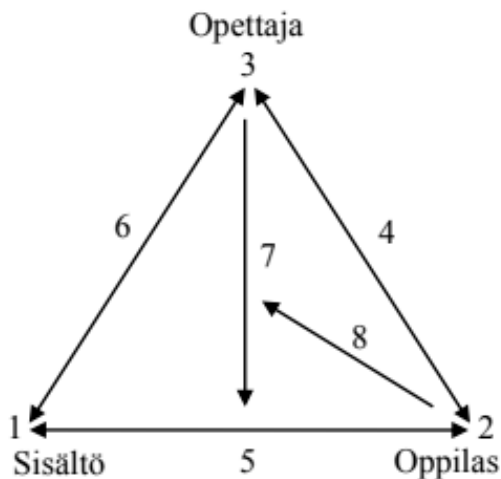
Kinnunen (2009) kehitti didaktisen kolmion mallia edelleen siten, että sisältö-osa-alueeseen lisättiin opetuksen tavoitteet sekä kohta, joka tuo näkyväksi oppilaiden kokemukset käytetyistä pedagogisista lähestymistavoista: esimerkiksi miten mielekkääksi oppilaat kokevat opetuksessa käytetyt opetusmenetelmät. Kinnunen ym. (2013) tekivät näkyväksi myös opettajan reflektion omasta pedagogisesta toiminnastaan.

Perinteinen kolmio pohjautuu lähinnä tietyn opetustapahtuman kuvaamiseen (kurssitaso). Kinnunen (2009) myös laajensi didaktisen kolmion tarkastelun tasoja. Samanlaiset vuorovaikuttavat suhteet ovat havaittavissa a) opetusta antavissa organisaatioissa, joissa opiskelijat opiskelevat jossakin koulutusohjelmassa tietyillä tavoitteilla ja sisällöillä (organisaatiotaso), b) yhteiskunnallisella tasolla koulutusorganisaatioiden, kansalaisten ja yleisten koulutustavoitteiden välillä (yhteiskunnallinen taso) sekä c) kansainvälisellä tasolla, jossa opetuksen ja oppimisen ilmiöistä voidaan keskustella laajemmin, kuten PISA tutkimusten yhteydessä (Kinnunen ym. 2014). Tämän kehittyneen didaktisen kolmion pohjalle perustuu seuraavaksi esiteltävä DFC-menetelmä, jonka avulla voidaan tarkastella laajemmin opetukseen ja koulutukseen liittyviä tutkittavia kohteita.

DFC - Didactic Focus based Categorization -menetelmä

DFC-menetelmä (Didactic Focus based Categorization) on didaktisen kolmion pohjalta kehitetty teorialähtöinen kirjallisuusanalyysi- ja luokittelumenetelmä. Metodi perustuu aineiston kategorisointiin sisällön, oppilaan ja opettajan välisen suhteiden perusteella. Menetelmä sai varhaisen muotonsa Päivi Kinnusen väitöskirjatyössä (Kinnunen 2009), minkä jälkeen sitä on kehitetty monien hankkeiden yhteydessä nykyiseen muotoonsa (Kinnunen ym. 2010, 2013, 2014, 2016; Kinnunen & Malmi 2013; Lampiselkä ym. 2017). Menetelmän tarkempi kuvaus löytyy aiemmista julkaisuista (esim. Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo ja Malmi 2016).

Menetelmän tarkoituksena on pystyä luokittelemaan tutkimuksen sisältöä. Ensimmäiseksi tutkimusta arvioitaessa selvitetään, mitä opetukseen liittyviä teema-alueita eli didaktisia fokuksia tutkimuksessa on. DFC-menetelmä sisältää kahdeksan pääkategoriaa (1-8), joiden avulla selviää arvioitavan tutkimuksen didaktinen fokus eli tutkittava teema. Fokukset 5 ja 7 sisältävät alafokuksia (5.1-5.3 ja 7.1.-7.4) tarkempaa analyysia varten. Nämä fokukset voidaan asettaa didaktisen kolmion graafiseen esitysmuotoon siten, että kolme fokusta (1-3: sisältö, oppilas ja opettaja) sijaitsevat kolmion kulmissa ja viisi fokusta (4-8: fokusten 1-3 väliset vuorovaikutukset) kulmien välissä (kuvio 1).



Kuvio 1. DFC-metodi pohjautuu didaktiseen kolmioon.

Monissa artikkeleissa voidaan tunnistaa useampia fokuksia yhden sijaan esimerkiksi siten, että tutkimuksessa kuvataan opetusmenetelmä (7.3) ja arvioidaan sen vaikutusta oppimistuloksiin (5.3) ja opiskelijoiden kokemukseen ko. menetelmästä (8). Nämä kahdeksan didaktista pääfokusta ovat:

1. **Tavoitteet ja sisällöt:** Tutkimus keskittyy opetustapahtumaprosessiin liittyviin sisältöihin tai tavoitteisiin.
2. **Opiskelija/opiskelijayhteisö/kansalaiset:** Tutkimus keskittyy jonkin tietyn kurssin opiskelijoihin tai laajimmillaan johonkin yhteisöön.
3. **Opettaja/organisaatio/yhteisö:** Tutkimuksessa huomio kiinnitetään opettajaan, opettajaan organisaation osana tai opetusta tarjoavaan organisaatioon itsessään.
4. **Opiskelija/opiskelijayhteisö/kansalaiset-opettaja/organisaatio/ yhteisö:** Tutkimuksen huomio kiinnitetään toimijoiden väliseen suhteeseen, esimerkiksi opiskelijayhteisön ja opetusta tarjoavan organisaation suhteeseen.
5. **Opiskelija/opiskelijayhteisö/kansalaiset – tavoitteet/sisällöt:** Tutkimuksen huomio kiinnittyy opiskelijoiden ja tavoitteiden tai sisältöjen väliseen suhteeseen.
 - 5.1. Opiskelijoiden tavoitteisiin ja sisältöihin liittyvä ymmärrys, motivaatio ja asenteet.
 - 5.2. Toimet, joita opiskelijat tekevät päästäkseen tavoitteisiin tai oppiakseen sisältöjä.
 - 5.3. Opiskelijan toiminnan seuraamukset, esimerkiksi kurssin läpäisytaaso, laitoksen valmistuneiden määrä ja hankitut tiedot ja taidot.
6. **Opettaja/organisaatio/yhteisö – tavoitteet/sisällöt:** Tutkimuksen huomio kiinnittyy opettajan ja opetusmenetelmän tavoitteiden/sisältöjen väliseen suhteeseen.
7. **Opettaja/organisaatio/yhteisö – opiskelu:** Tutkimuksessa kiinnitetään huomio siihen, miten opettaja hahmottaa sen, kuinka opiskelija ymmärtää tavoitteet/sisällöt tai opiskelun ja kuinka opiskelija opiskelee sekä miten opettaja vaikuttaa oppimisprosessiin.

7.1. Opettajan käsitys opiskelijoiden ymmärryksestä/motivaatiosta/asenteista tavoitteita/sisältöjä kohtaan.

7.2. Opettajan käsitys oppilaiden toimista tavoitteiden saavuttamiseksi (esim. opiskelu).

7.3. Opettajan pedagogiset toimet sekä arviointi

7.4. Opettajan itsereflektio. Tähän luokkaan kuuluvat tutkimukset, joissa opettaja reflektoi omia pedagogisia toimiaan.

8. Opiskelija – Opettajan pedagogiset toimet oppimisen edistämiseksi: Tutkimukset kiinnittävät huomion siihen, miten opiskelijat suhtautuvat opettajan toimiin oppimisen edistämiseksi.

Näitä kahdeksaa pääkategoriaa eli didaktista fokusta sovelletaan neljällä eri tasolla: kurssi, organisaatio, kansallinen ja kansainvälinen taso. Arvioitava tutkimus voi esimerkiksi käsitellä kurssitason, koulutusohjelman, kansallisia tai kansainvälisiä koulutukseen liittyviä tavoitteita. Didaktisten fokusten lisäksi artikkeleista kootaan tietoa kuvatun tutkimuksen tieteenalasta, koulutustasosta, kohderyhmästä sekä perustiedot tutkimuksen menetelmistä ja kirjoittajista. Kategorisoidun artikkelien aineisto kootaan niitä analysoidessa numeeriseen taulukkoon, jotta voidaan käyttää kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä aineiston analysoinnissa. Tutkimusaineistoon kootaan didaktisten fokusten (1-8, joista mukaan valitaan maksimissaan kolme artikkelissa olevaa pääfokusta) lisäksi seuraavat tiedot:

Mikä on artikkelin

- koulutustaso: lukio, korkeakoulu, opettajankoulutus, täydennyskoulutus vai joku muu.
- kohderyhmätaso: kurssi, organisaatio, kansallinen, kansainvälinen.
- tieteenala: tämän tutkimusryhmän tapauksessa biologia, fysiikka, kemia, tiedekasvatus (science)
- perustiedot: datakoko, maa/t, jossa aineisto koottu, tutkimusmenetelmä kvantitatiivinen/kvalitatiivinen/mixed.
- kirjoittajainformaatio: maa/t ja kirjoittajien määrä.

DFC-menetelmässä aineiston analysointi tapahtuu pari- ja ryhmätyönä eli menetelmä vaatii työryhmän. Valitut artikkelit jaetaan tutkijoiden kesken siten, että kaksi tutkijaa lukee ja arvioi samat paperit, jolloin arvioinnissa tehdään jo työskentelyvaiheessa tuplatarkistus. Lukemisen ja kategorisoinnin jälkeen työparit

käyvät yhdessä läpi sellaiset artikkelit, joiden arvioinnit eivät ole täysin yhteneväiset tai luokittelussa on ilmennyt kysymyksiä. Koko työryhmä käy yhdessä läpi ne artikkelit, joiden analyysissa työpari ei ole päässyt yksimielisyyteen, ja tekee päätöksen kollektiivisesti.

Tämä tutkimusryhmä on arvioinut artikkeleita, joiden tutkimus kohdistuu biologian, fysiikan, kemian ja/tai tiedekasvatuksen (science) tieteenaloihin ja joiden kohderyhmänä ovat olleet lukioden ja/tai korkeakoulujen opiskelijat, opettajaksi opiskelevat tai opettajat. Tieteenalat ja kohderyhmät ovat valikoituneet tutkimusryhmän asiantuntijuuden perusteella. Arja Kaasinen on biologian didaktiikan ja Jarkko Lampiselkä kemian ja fysiikan didaktiikan asiantuntija Helsingin yliopistossa. Päivi Kinnunen ja Lauri Malmi ovat tietotekniikan opetustutkimuksen ja DFC-menetelmän asiantuntijoita Aalto yliopistossa.

Tähän mennessä tutkimusaineistossamme on yli 300 vertaisarvioitua artikkelia tiedekasvatuksen alalta. Artikkelit on valittu kansainvälisestä ICER konferenssista (International Computing Education Research Conference), Matemaattisluonnontieteellisen tutkimusseuran konferenssijulkaisusta (ML-seura), pohjoismaisesta NorDiNa julkaisusta vuosilta 2005-2013, eurooppalaisesta ESERA 2013 konferenssijulkaisusta ja maailmanlaajuisesta IJSE julkaisusta vuodelta 2018.

DFC-menetelmän käyttökokemuksia

Luokittelumenetelmää on testattu erilaisilla aineistoilla ja tuloksista on raportoitu useita kertoja (ks. Kinnunen ym. 2010, 2013, 2014, 2016; Kinnunen & Malmi, 2013; Lampiselkä ym. 2017). Tuloksissa on havaittu kiinnostavaa aineistot ylittävää samankaltaisuutta ja tutkimusintressien kohdistumista tiettyihin samoihin didaktisiin fokuksiin. Valtaosa tutkimuksista näyttää keskittyvän oppilaan ja sisällön väliseen vuorovaikutukseen (kategoria 5/opiskelija) ja opettajan pedagogisten toimien vaikutukseen tähän suhteeseen (kategoria 7/opettaja). Aineistoista riippumatta on yleistä, että noin kaksi kolmasosaa tai jopa kolme neljäsosaa tutkimuksista keskittyy yksinomaan näihin kahteen temaattiseen alueeseen. Havaintoja on selitetty sillä, että nämä vuorovaikutustiet kuuluvat opetus-oppimisprosessin keskiöön ja painottuvat siksi didaktisen tutkimuksen aineistoissa. On kuitenkin syytä olla huolissaan siitä, että tutkimus kattaa heikosti muita didaktisia fokuksia. Tämä on nähtävissä taulukon 1 esimerkeissä.

Taulukko 1. Esimerkki tutkimusintressien kohdistumisesta eri teema-alueisiin eri tutkimusaineistossa, joissa korostuvat didaktiset fokukset 5.1 ja 7.3. Taulukosta puuttuvat ESERAN:n ja IJSE:n tulokset. Luvut ilmoitettu prosentteina.

Julkaistu	Kategoria													
	1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	6	7.1	7.2	7.3	7.4	8	
ICER* (N = 67)	2	12	2	0	21	17	14	2	0	2	21	-	7	
ML-tutk.seuran julkaisu (N = 19)	10	10	3	0	19	3	19	3	0	0	23	6	3	
NorDiNa (N = 52)	11	1	3	1	23	9	10	6	1	1	19	6	8	

*Luokka 7.4 tuli mukaan myöhemmin.

Tutkimusaineistot ovat kohdentuneet varhaiskasvatuksesta yliopistotasolle ja kattaneet laajasti erilaisia näkökulmia matemaattis-luonnontieteellisten aineiden ja tietotekniikan opetukseen ja oppimiseen liittyen. Edellä kuvattujen teema-alueiden lisäksi tutkimuskiinnostusta on kohdistettu jonkin verran opettajan ja sisällön väliseen suhteeseen (kategoria 6), opettajan itsereflektioon (kategoria 7.4), oppilaiden palautteeseen (kategoria 8) ja sisältöön (kategoria 1). Näiden tutkimuskohteiden prosentuaalinen osuus jää kuitenkin huomattavasti jälkeen kahdesta edellisessä kappaleessa mainitusta teema-alueesta. Esimerkiksi NorDiNa aineistossa näistä neljästä teema-alueesta julkaistiin vähemmän tutkimuksia kuin yksistään opettajan pedagogisista toimista (kategoria 7.3).

Ainedidaktisen tutkimuksen kattavuuden näkökulmasta huolestuttavaa on ollut erityisen vähäinen raportointi joiltain tietyiltä teema-alueilta. Oppilaan ja sisällön välisen vuorovaikutuksen tutkimuksessa (kategoria 5) kiinnostus on kohdistunut lähinnä oppilaiden tietoihin, taitoihin, asenteisiin ja uskomuksiin (kategoria 5.1) ja oppimistuloksiin (5.3.), mutta siihen mitä oppitunnilla tosiasiassa tapahtuu (kategoria 5.2), kiinnostus vaihtelee paljon. Samaten opettajan vaikutukseen oppilaan ja sisällön väliseen suhteeseen (kategoria 7), huomio on kiinnittynyt lähinnä opettajan pedagogisiin toimiin (kategoria 7.3), mutta huomattavasti vähemmän opettajan reflektointiin (7.4). Opettajan käsityksiä siitä, millaiseksi hän kuvittelee oppilaiden tiedot, taidot, asenteet ja uskomukset (kategoria 7.1) tai millaiset ovat opettajan käsitykset oppilaiden toiminnasta oppitunnilla (kategoria 7.2) on raportoitu merkittävän vähän, jos ollenkaan. Samoin opettajan tunnusomaisiin piirteisiin (kategoria 3) on kohdistettu minimaalisesti huomiota. Opettajan ja oppilaan väliseen vuorovaikutussuhteeseen (kategoria 4)

keskittyviä tutkimuksia löytyi vain muutama, mikä vahvistaa käsitystä oppilaan ja opettajan maailman kohtaamattomuudesta.

Eri aineistoissa havaittiin muitakin samankaltaisuuksia keskenään, toki myös erottavia piirteitä. Samankaltaisuutta ilmensivät tutkimusten keskittyminen joihinkin tiettyihin oppiasteisiin ja tutkimusasetelmiin. Perus- ja toisen asteen opetukseen liittyvät tutkimukset ovat yleisimpiä, joskin myös korkea-aste on kohtuullisesti edustettuna. Koulutasosta riippumatta tutkimukset ovat kuitenkin usein melko pienimuotoisia keskittyen vain yksittäisiin tai muutamiin luokkiin. Konferenssijulkaisuissa on tyypillisesti laajempi kirjo erilaisia tutkimuksia kuin journaaleissa, mutta toisaalta journaaliartikkeleilta edellytetään selkeämpää evidenssiä. Tämä myös ohjaa tutkijoita kohdentumaan tarkemmin määriteltyihin ilmiöihin. Konferenssit julkaisufoorumeinakin ovat erilaisia. Esimerkiksi tietojenkäsittelytieteen puolella on tyypillistä, että konferenssijulkaisut voivat edustaa journaaliartikkeleita tiukempaa läpäisylinjaa, joten tämä muuttaa myös raportointityyliä. Kaikille aineistoille on yhteistä se, että kansallisen ja kansainvälisen tason tutkimuksia raportoidaan niukasti.

Myös tämän tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että luonnontieteen ainedidaktinen tutkimus keskittyy oppiaineesta, luokkatasosta tai tutkimuksen kohde-
maasta riippumatta muutamiin samoihin teema-alueisiin. Näiden teema-alueiden relevanssi didaktisesti ja sisällöllisesti on toki suuri, mutta toisaalta jakaumat ovat siinä määrin vahvasti polarisoituneita, että on aiheellista kysyä, onko tutkimus jo liiankin keskittynyttä.

Pohdinta

Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli selvittää, voidaanko didaktisen kolmion eri suhteiden pohjalle rakentaa käyttökelpoinen analyysimenetelmä, jolla voidaan tunnistaa tutkimuksen katvealueita. Menetelmää on sovellettu lähes 10 vuoden aikana kolmella eri tieteenalalla (tietotekniikan, insinööritieteiden sekä luonnontieteiden koulutuksen tutkimus) yhteensä yli 300 konferenssi- ja lehtiartikkeleiden analysoinnissa (Kinnunen ym. 2010, 2013, 2014, 2016; Kinnunen & Malmi, 2013; Lampiselkä ym. 2017). DFC-menetelmän käyttö ja sen myötä kootut aineistot ovat tuottaneet arvokasta tietoa luonnontieteen ainedidaktisen tutkimuksen suuntautumisesta ja arvoista. Sen avulla on voitu tunnistaa paljon ja vähän tutkittuja teema-alueita ja siten se näyttäytyy hyödyllisenä uusien tutkimusaiheiden ja näkökulmien tunnistamisessa opinnäytetöitä, laajempia tutkimusprojekteja ja EU-hankkeita suunniteltaessa.

Valtaosa tutkimuksesta kohdistuu samoihin teema-alueisiin Pohjoismaissa, Euroopassa ja laajemminkin. Aineistojen perusteella nykyinen ainedidaktinen tutkimus vaikuttaa varsin samanlaiselta, ehkä jopa kapea-alaiselta. Tiedeyhteisöltä edellytetään uusia avauksia, mutta tämä ei juurikaan näy siinä, miten tutkimuksen aiheet ja tulokulmat valitaan. Valtaosa tutkimuksista keskittyy yksittäisiin tai pienimuotoisiin kurssitason tutkimuksiin, kun taas kansallisen ja varsinkin kansainvälisen tason tutkimuksista raportoidaan vähän. Opettajankoulutuksen kontekstissa tehdyssä tutkimuksessa painottuu opettajan rooli, muttei mitenkään huomattavissa määrin. Valtaosa tutkimuksesta keskittyy siihen, miten opettaja opettaa ja oppilaan olemassa oleviin tai omaksuttuihin tietoihin ja taitoihin. Huomattavan vähän tutkimusta on opettajan ja oppilaan tunnusomaisista piirteistä, ja siitä miten opettaja ja oppilas näkevät toisensa ja ymmärtävät toisiaan sekä oppilaiden opiskelu ja tiedonhankintatavoista ja opettajan ja tiedonalan/tavoitteiden välisestä suhteesta. Opettajaan kohdistuva tutkimus on silmiinpistävän vähäistä.

Eniten tutkittujen teemojen osalta DFC-menetelmän tulokset sopivat hyvin linjaan aiempien tutkimusten kanssa (Tsai ym. 2005; Lee ym. 2009; Lin ym. 2014; Teo ym. 2014; Cavas 2015; Gul ym. 2016). Toisaalta, jos tarkastellaan vähän tutkittuja alueita, niin vertailu on epäsuorempaa, koska kategoriat eivät vastaa toisiinsa ja niitä on sen vuoksi hankala verrata keskenään. Esimerkiksi Lin ym. (2014) kokoaa yhteen tulokset 15 vuoden ajalta kolmesta lehdestä ja vähiten tutkittuja alueita ovat infomaali oppiminen (Informal Learning, joka DFC-menetelmässä osuisi lähinnä luokkaan 5.2), opetusteknologia (Educational Technology, luetaan DFC:ssä lähinnä luokkaan 7.3). Heillä ei ole esimerkiksi lainkaan opettajiin tai opettajien ja opiskelijoiden suhteeseen kohdistuvaa kategoriaa, jolloin tällaista tutkimusta ei joko ole ollut aineistossa tai sitä ei ole tunnistettu omana luokkana. Kemian koulutuksen tutkimuksessa (Teo ym. 2014) pienimmät luokat olivat Historia, filosofia ja kemian luonne (lähinnä DFC - luokka 1), Kulttuuriin, sosiaalisuuteen ja sukupuoleen liittyvät kysymykset (lähinnä DFC - luokka 2) sekä Informaali oppiminen. Vastaavuutta siis löytyy joidenkin pienten kategorioiden osalta, mutta kun eri tutkimuksissa on käytetty erilaisia aineistolähtöisiä luokittelumenetelmiä, niin vertailu edelleen vaikeutuu. Gulin ja Sozobilirin (2016) tutkimuksessa pienimmät luokat olivat testien kehittäminen, yleiset koulutuksen ongelmat sekä tutkimusmetodiikkaan liittyvät tutkimukset, joita on vaikea enää verrata sen enempää Tsai & Wenin (2005) luokitteluun kuin DFC-luokkiin.

DFC-menetelmä pohjautuu didaktiseen, eri opetuksen dimensioita kuvaavaan kolmioon, ja siten se sopii parhaiten niiden tutkimusten kartoittamiseen ja arviointiin, joissa keskitytään formaaliin koulutukseen. Menetelmän avulla saadaan laajasti selvitettyä, mitä didaktisia teemoja ja niiden vuorovaikutuksia

formaalista koulutuksesta tutkitaan ja mitkä aiheet ja teemat jäävät tutkimatta. Vaikka sisällönanalyysiin soveltuvia digitaalisia sovelluksia on olemassa, ei tois- taiseksi ole kehitetty sellaista sovellusta, joka pystyisi tekemään tämänkaltaisen analyysin. DFC-menetelmällä pääsee syvempään ja luotettavaan analyysiin, kuin yksikään sovellus tällä hetkellä pystyy tarjoamaan. Menetelmää voi käyttää yksittäiseen tutkimusaiheeseen liittyvän kirjallisuuden didaktisen fokuksen hah- mottamiseen. Esimerkiksi kun tutkitaan luonnontieteen opintojen etenemistä, voidaan DFC-menetelmällä selvittää, painottuuko aiemmassa julkaisuissa jokin tietty kohderyhmätaso eli tutkitaanko ilmiötä kurssitasolla, opetusorganisaatio- tasolla vai kenties kansallisella tai kansainvälisellä tasolla. Myös tutkimusryhmän johtaja voi menetelmän avulla tarkastella oman ryhmänsä tutkimuksen didakti- sen fokuksen laaja-alaisuutta tai tutkimusryhmä voi käyttää menetelmää ideoi- dessaan toisiaan täydentäviä tutkimuskysymyksiä.

Sen sijaan menetelmän rajoitteena on, että DFC rajaa pois osan tutkimusartikke- leista kokonaan, jos niiden tema ei liity mitenkään didaktiseen kolmion fokuk- siin. Esimerkiksi tämä artikkeli itse ei ole luokiteltavissa kolmion avulla. Toisena menetelmän haasteena on sen hitaus. Pari- ja ryhmätyönä toteutettu lukeminen vie aikaa, vaikkakin varmistaa kategorisoinnin laadun. Didaktiset fokukset, ku- ten myös muutkin artikkeleista halutut tiedot eivät välttämättä aina ole kovin selkeästi kuvattu. Artikkelin muoto ja sisältö voivat olla vaikealukuisia. Esimer- kiksi artikkelin otsikko, abstrakti, avainsanat ja jopa tutkimuskysymykset voivat olla ristiriidassa sen kanssa, mitä todellisuudessa artikkelissa lopulta esitetään. Tämän vuoksi on tärkeää analysoitaessa lukea huolellisesti jokainen artikkeli. Lisäksi metodi vaatii tutkimusryhmän, jotta epäselvistä tapauksista voidaan kes- kustella ja tehdä päätöksiä yhdessä ja näin säilyttää sisällönanalyysi laadukkaana.

Didaktisen kolmion pohjalle rakennettu DFC-menetelmä on osoittautunut hy- vin toimivaksi ja paljastanut selkeästi tutkimuksen katvealueita ja sen etuna ai- neistolähtöisiin luokitteluihin nähden on se, että luokitteluperusteet ovat yhte- näisempiä. Aineistolähtöinen tutkimus tuottaa helposti joukon kategorioita, joita ei voida verrata muihin tutkimuksiin. Tässä mielessä DFC tarjoaa mahdollisuu- den luoda paremmin vertailukelpoista aineistoa tutkimuksen suunnittelun ja arvioinnin pohjaksi. DFC tarjoaa myös hyvän pohjan vertailla eri julkaisufoor- umeiden profileita keskenään. Esimerkiksi aineistoissa, joita tähän mennessä on analysoitu, on huomattavan vähän tutkimuksia, jotka käsittelevät aineistoja kansallisella tai kansainvälisellä tasolla. Tämä selittyy varmasti osittain sillä, että laajojen tutkimuksien suunnittelu ja toteuttaminen vaatii resursseja. Toisaalta se voi liittyä myös siihen, että esimerkiksi kansallisen tason koulutukseen liittyviä tutkimuksia julkaistaan eri foorumeilla kuin luonnontieteen, tekniikan tai tieto- tekniikan koulutuksen foorumeilla.

Lähdeluettelo

- Bergamin, P. (2006). *Blended Learning: Die wiedergefundene Gemeinschaft. Konzeptionelle Betrachtungen zur Umsetzung von Lernszenarien im Fernstudium auf Hochschulestufe*. IFeL – Institut für Fernstudien- und eLearningforschung.
- Cavas, B. (2015). Research Trends in Science Education International: A Content Analysis for the Last Five Years (2011-2015). *Science Education International*, 26(4), 573–588.
- Chang, Y.-H., Chang, C.-Y. & Tseng, Y.-H. (2010). Trends of Science Education Research: An Automatic Content Analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315–331.
- Gul, S., & Sozbilir, M. (2016). International Trends in Biology Education Research from 1997 to 2014: A Content Analysis of Papers in Selected Journals. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6).
- Kansanen, P. (2003). Studying-the Realistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process. *Educational Studies*, 29(2/3), 221–232.
- Kansanen, P., & Meri, M. (1999). The didactic relation in the teaching-studying-learning process. *TNTEE Publications*, 2(1), 107–116.
- Kinnunen, P. (2009). *Challenges of teaching and studying programming at a university of technology - Viewpoints of students, teachers and the university*. Doctoral dissertation, TKK Research Reports in Computer Science and Engineering A, TKK-CSE-A4/09, Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology, 2009. ISBN 978-952-248-194-8
- Kinnunen, P., Meisalo, V., & Malmi, L. (2010). *Have We Missed Something? Identifying Missing Types of Research in Computing Education*. Proceedings of the sixth international workshop on Computing education research (ICER'10), August 9–10, 2010, Aarhus, Denmark. 13–22. ISBN 978-1-4503-0257-9, doi: 10.1145/1839594.1839598

- Kinnunen, P., Lampiselkä, J., Malmi, L. & Meisalo, V. (2013). Pedagogical aspects in Finnish science education research publications. Teoksessa M. Hähkiöniemi, H. Leppäaho, P. Nieminen, & J. Viiri (toim.), *Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseuran konferenssi* (s. 153–164). Jyväskylä.
- Kinnunen, P., Lampiselkä, J., Malmi, L., & Meisalo, V. (2014). Identifying Missing Types of Nordic Research in Science Education. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Part 10 (co-ed. J. Dillon & A. Redfors), 189–198. Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6.
- Kinnunen, P., Lampiselkä, J., Meisalo, V., & Malmi, L. (2016). Research on teaching and learning in Physics and Chemistry in NorDiNa Papers. *NorDiNa*, 12(1), 3–20.
- Kinnunen, P. & Malmi, L. (2013). Pedagogical focus of recent engineering education research papers. *Proceedings of 41st SEFI Conference*, 16–20 September 2013, Leuven, Belgium.
- Kinnunen, P., Meisalo, V. & Malmi, L. (2014). Highlighting Multi-Level Processes in Science Teaching and Learning. LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education. *Proceedings of Nordic Research Symposium on Science Education (NFSUN)*, 2014.
- Lampiselkä, J., Kinnunen, P., Malmi, L. & Kaasinen, A. (2017). Research on teaching and learning in biology, chemistry and physics ESERA 2013 conference. *Proceedings of 12th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*.
- Lee, M-H., Wu, Y-T., & Tsai, C-C. (2009). Research Trends in Science Education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999–2020.
- Lin, T.-C., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2014). Research trends in science education from 2008 to 2012: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346–1372. (SSCI Journal)

- Peterssen, W. H. (1989). *Lehrbuch Allgemeine Didaktik*. Munchen: Ehrenwirth.
- Teo, T. W., Goh, M. T., & Yeo, L. W. (2014). Chemistry education research trends: 2004–2013. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 470–487.
- Toom, A. (2006). *Tacit Pedagogical Knowing: At the Core of Teacher's Professionalism*. Doctoral dissertation. University of Helsinki, Faculty of Behavioural Sciences, Department of Applied Sciences of Education.
- Tsai, C-C. & Wen, M. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27(1), 3–14.
- Tsai, C-C., Wu, Y-T., Lin, Y-C., & Liang, J-C. (2011). Research Regarding Science Learning in Asia: An Analysis of Selected Science Education Journals. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(2), 352–363.